

Nederlandse organisatie  
voor toegepast  
natuurwetenschappelijk  
onderzoek

TNO-rapport



Fysisch en Elektronisch  
Laboratorium TNO

Postbus 96864  
2509 JG 's-Gravenhage  
Oude Waalsdorperweg 63  
's-Gravenhage

Telefax 070 - 328 09 61  
Telefoon 070 - 326 42 21

TD  
91-3689

rapportnummer  
FEL-91-B317

exemplaarnummer

titel

Plan van aanpak voor de bouw van een  
knowledge based planner

AD-A245 472



Niets uit deze uitgave mag worden  
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt  
door middel van druk, fotokopie, microfilm  
of op welke andere wijze dan ook, zonder  
voorafgaande toestemming van TNO.  
Het ter inzage geven van het TNO-rapport  
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

Indien dit rapport in opdracht werd  
uitgebracht, wordt voor de rechten en  
verplichtingen van opdrachtgever en  
opdrachtnemer verwezen naar de  
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-  
opdrachten TNO', dan wel de betreffende  
terzake tussen partijen gesloten  
overeenkomst.

TNO

auteur(s):

Ing. C.W. d'Huy

datum:

Oktober 1991

DTIC  
ELECTE  
FEB 04 1992  
S D D

TDCK RAPPORTCENTRALE  
Frederikkazerne, Geb. 140  
van den Burchlaan 31  
Telefoon: 070-3166394/6395  
Telefax : (31) 070-3166202  
Postbus 90701  
2509 LS Den Haag



rubricering

titel

ongerubriceerd

samenvatting

ongerubriceerd

rapporttekst

ongerubriceerd

bijlagen A t.e.m. F

ongerubriceerd

This document has been approved  
for public release and sale; its  
distribution is unlimited.

oplage

24

aantal bladzijden

49 (incl. bijlagen, excl. RDP en dist. lijst)

aantal bijlagen

6

92-02825



92 2 03 164



Rapportnummer : FEL-91-B317  
Titel : Plan van aanpak voor de bouw van een knowledge based planner  
Auteur(s) : Ing. C.W. d'Huy  
Instituut : Fysisch en Elektronisch Laboratorium TNO  
Datum : Oktober 1991  
Nr in IWP91 : 704.2

## Samenvatting (ongerubriceerd)

In dit plan van aanpak zijn de doelstellingen omschreven, alsmede de te verrichten werkzaamheden en hiervuit voortvloeiende producten, voor de bouw van een knowledge based planner zijnde een combinatie van een time map manager (TMM) en een heuristic task scheduler (HTS).



Accession For	
NTIS CRAB	<input checked="" type="checkbox"/>
ERIC TAB	<input type="checkbox"/>
Unannounced	<input type="checkbox"/>
Justification	
By	
Distribution	
Availability	
Dist	Availability
A-1	

Report no. : FEL-91-B317  
Title : Plan of actions for the development of a knowledge based planner  
  
Author(s) : C.W. d'Huy  
Institute : TNO Physics and Electronics Laboratory  
Date : October 1991  
  
No. in pow '91 : 704.2

---

### Abstract (unclassified)

This plan of action outlines the goals, activities to be performed and products of the project concerning the development of a knowledge based planner being a combination of a time map manager (TMM) and a heuristic task scheduler (HTS).

	<b>SAMENVATTING</b>	2
	<b>ABSTRACT</b>	3
	<b>INHOUDSOPGAVE</b>	4
	<b>AFKORTINGEN EN ACRONYMEN</b>	6
1.	<b>INLEIDING</b>	7
2.	<b>PROJECTBESCHRIJVING</b>	8
2.1	Achtergronden en historie	8
2.2	Probleemstelling van knowledge based planning	10
2.3	Doelstelling van de opdracht	12
2.4	Fasering	14
2.5	Resultaten	15
3.	<b>PROJECTORGANISATIE</b>	17
3.1	Structuur	17
4.	<b>PROJECTPLANNING</b>	18
4.1	Werkpakketten	18
4.2	Netwerkstructuur	18
4.3	Capaciteits- en tijdplanning	18
5.	<b>KWALITEIT</b>	19
5.1	Standaards, methoden en hulpmiddelen	19
5.2	Procedures	19
6.	<b>INFORMATIE EN COMMUNICATIE</b>	20
6.1	Intern	20
6.2	Extern	20

LITERATUURLIJST

22

BIJLAGE A: WERKPAKKETTEN

BIJLAGE B: WERKPAKKETTENSTRUCTUUR

BIJLAGE C: ORGANISATIESTRUCTUUR

BIJLAGE D: NETWERKSTRUCTUUR

BIJLAGE E: CAPACITEITSPANNING

BIJLAGE F: TIJDPLANNING

## Afkorting en acronymen

CASE	Computer Aided Software Engineering
CCIS	"Command and Control" Informatie Systemen
FEL	Fysisch en Elektronisch Laboratorium
GPS	General Problem Solver
HTS	Heuristic Task Scheduler
KADS	Knowledge Acquisition Documentation and Structuring
KBS	Knowledge Based Systems
KI	Kunstmatige Intelligentie
NIAM	Nijssens Informatie Analyse Methode
NOAH	Nets Of Action Hierarchies
SA	Structured Analysis
SKE	Structured Knowledge Engineering
STRIPS	Stanford Research Institute Problem Solver
TMM	Time Map Manager
TNO	Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
VU	Vrije Universiteit Amsterdam

## 1. Inleiding

Dit rapport bevat een plan van aanpak voor de bouw van een knowledge based planner gebaseerd op de time map manager (TMM) en heuristic task scheduler (HTS). De doelstellingen van het project, alsmede de daaruit voortvloeiende werkzaamheden en producten worden in dit plan omschreven. De toepasbaarheid van de planner zal gedemonstreerd worden aan de hand van een case betreffende een reëel planningsprobleem. Het project zal op het FEL-TNO worden uitgevoerd door een student informatica van de Vrije Universiteit Amsterdam, gedurende een periode lopende van begin september 1991 tot eind maart 1992 (28 weken).

## 2. Projectbeschrijving

### 2.1 Achtergronden en historie

Een reeds lang bestaand onderwerp binnen geautomatiseerd redeneren is het ontwerpen van systemen welke een verzameling acties (een plan) kunnen voorschrijven om een bepaald doel (goal) te bereiken. In het ideale geval wordt de geproduceerde verzameling aan een robot, productiemachine of een andere uitvoerder doorgegeven, welke de acties uitvoert. Centraal hierbij staat dat kennis van en over het domein waarover gepland wordt, de zoekruimte waarbinnen de goal zich bevindt drastisch kan beperken. Zulke systemen worden in het algemeen dan ook knowledge based planners (op kennis gebaseerde planners) genoemd.

Toepassingsgebieden waaraan men bij knowledge based planning zou kunnen denken zijn:

- robotica (path planning);
- proces industrie;
- resource management;
- commandosystemen.

Het geheel aan planningsproblemen is te verdelen over een aantal categorieën:

- toewijzen van middelen (resource allocation) zonder tijdsaspecten;
- toewijzen van middelen met een vast tijdschema (het maken van een rooster);
- het ordenen van acties in de tijd (scheduling);
- ontwerpen.

NB: In het vervolg zullen de termen scheduling en planning door elkaar gebruikt worden.

Het planning- / scheduling-onderzoek is vanaf het begin een bezigheid geweest binnen de wereld der kunstmatige intelligentie. Dit resulteerde begin jaren 70 in systemen als GPS (general problem solver) en STRIPS (Stanford Research Institute Problem Solver).



GPS introduceerde de zgn. means-ends analysis. Een goal plannen betekent een operator toepassen welke de goal 'waar' zal maken. De precondities van de operator verfijnen het oude goal en worden nieuwe (sub-)goals.

STRIPS de opvolger van GPS, relateerde operatoren aan acties in de 'werkelijke' wereld. De veranderingen die acties aanbrengen in de wereld kunnen gerepresenteerd worden door het toevoegen en verwijderen van feiten uit het wereldmodel. Vanuit deze basisconcepten evalueerde planningresearch uiteindelijk in 1975 tot Sacerdoti's NOAH (nets of action hierarchies).

Alle ontwikkelde planners voor NOAH gingen uit van een complete ordening van de acties in de tijd. Wanneer er een nieuwe actie toegevoegd moest worden, dan wist de planner welke acties er voor moesten komen en welke er na. NOAH verzakte die aanname, en liet toe dat sommige acties t.o.v. elkaar geen ordening kenden. Uiteindelijke volledige ordening werd uitgesteld tot dat punt wanneer deze noodzakelijk werd.

Het werken met deze gedeeltelijke ordening gaf NOAH de flexibiliteit die nodig was om veel onverwachte interacties tussen verschillende planningsstappen te vermijden. Sinds NOAH heeft research t.a.v. planning zich vooral gericht op het representeren van en redeneren met gedeeltelijk geordende acties.

Het grote voordeel van gedeeltelijk geordende acties is dus de flexibiliteit. In geheel geordende actienetwerken wordt de volgorde van taken in een vroeg stadium vastgelegd. Wanneer een onverwachte sub-taak zich voordoet welke een ongewenste interactie oplevert met een andere taak, dan is het veranderen van de taakvolgorde, zodat deze interactie niet optreedt, vrijwel onmogelijk. Gedeeltelijke ordening laat de planner vrij in het arrangeren van taken. Dit genereert echter ook twee problemen:

- Het consistent houden van het taaknetwerk.
- Het rekening houden met context afhankelijke beperkingen wordt moeilijker.

In 1985 construeerde Thomas Dean zijn TMM (Time Map Manager) welke het mogelijk maakt om een gedeeltelijk geordend net van taken bij te houden en het consistent te houden. Daarnaast werd, eveneens in 1985, HTS (Heuristic Task Scheduler) gepresenteerd door David Miller. HTS werd ontworpen om context afhankelijk te kunnen redeneren over een verzameling taken (in een geheel geordend netwerk). Navolgend onderzoek naar deze twee systemen had als voornaamste conclusie dat hoewel de systemen vrijwel complementair zijn aan elkaar, een combinatie van beide (TMM eerste traject, HTS tweede traject) een krachtige planner zou kunnen opleveren.

## 2.2 Probleemstelling van knowledge based planning

Uit voorstudie is gebleken dat de combinatie TMM - HTS een veel belovende planner kan opleveren. Veel onderzoek is hiernaar niet gedaan en vooralsnog lijkt er slechts één (academische) realisatie gebouwd te zijn en wel FORBIN: een planner voor het genereren van plannen in domeinen met mobiele robots, deadlines en beperkte resources (1987).

Een probleem waar men in ieder geval op stuit is de vraag waar het overstappunt TMM -> HTS zich bevindt. Wanneer mag een planner besluiten om van TMM's gedeeltelijk geordende taaknetwerk, een compleet geordend taaknetwerk te maken zodat HTS hierover kan redeneren?

Verdere probleemgebieden in planningonderzoek hebben betrekking op:

- *Thru maintenance / backtracking.*  
Wanneer de planner op een 'dood' pad komt dan zal hij terug moeten springen naar een punt, eerder in het planningsproces, waar een alternatieve beslissing mogelijk is. Eerder gemaakte afleidingen in de 'dode' tak moeten ongeldig gemaakt worden.
- *Herplanning.*  
Automatisch gegenereerde planningsplannen kunnen vaak moeilijk (automatisch) gewijzigd worden. Dit betekent dat men over het algemeen van voren af aan moet beginnen wanneer er nieuwe informatie, over datgene wat gepland dient te worden, beschikbaar komt tijdens het planningsproces. Wanneer de planner in een omgeving werkt waar onzekerheidsfactoren een rol spelen en de uitkomst van acties niet van te voren exact kan worden voorspeld, dienen zich tijdens het uitvoeren van het 'oude' plan regelmatig nieuwe cq. gewijzigde goals aan. Constant geheel overnieuw plannen zou dan uit efficiëntie overwegingen niet altijd nodig moeten zijn.
- *Incomplete informatie.*  
Wanneer men in een bepaald planningsdomein slechts over incomplete informatie beschikt, dan zou deze reeds als uitgangspunt moeten kunnen dienen voor een toekomstig plan. In wezen is dit gerelateerd aan herplanning. Wanneer complete informatie beschikbaar komt, dan zou herplanning van het incomplete plan met de aanvullende informatie voldoende moeten zijn.

- Parallelliseren van het algoritme.

Er kan hierbij aan twee onderwerpen gedacht worden:

- parallele implementatie van het normale algoritme uit snelheidswinst overwegingen.
- gating objects. Onderzoek naar wijzigingen in het algoritme zodat alternatieven parallel doorzocht kunnen worden (split time maps).

- Context- afhankelijke en onafhankelijke kennis.

Wat betekent het als de planner domain independent is? Welke problemen ontstaan er wanneer zo'n planner voor een specifiek domain geconfigureerd moet worden? Hoe dienen de domeinkennis en de domein-planningskennis gerepresenteerd te worden?

Niet alle hierboven beschreven problemen zullen binnen deze studie beschouwd kunnen worden.

In paragraaf 2.3 wordt de doelstelling van dit project beschreven en daarmee impliciet ook een beperking t.a.v. de hier beschreven probleemgebieden.

### 2.3 Doelstelling van de opdracht

Doelstelling van het project is onderzoek doen naar en realisatie van een knowledge based planningssysteem.

De eisen aan het systeem zijn:

- Uitgaande van een initiële toestand van de wereld waarover geredeneerd wordt, een gewenste toestand (goal) van die wereld en een verzameling acties, moet een selectie van acties (primitieve taken) uit de verzameling van alle mogelijke acties gemaakt kunnen worden. Deze acties dienen logisch geordend in de tijd te zijn en wel op een zodanige manier dat wanneer de acties volgens deze ordening worden uitgevoerd ze de gegeven initiële toestand transformeren in de gewenste toestand.
- Generatie van de selectie en ordening van acties verloopt op basis van TMM en HTS.
- De planner moet context onafhankelijk zijn. Er moet dus duidelijk een verschil zijn tussen domeinafhankelijke en domeinonafhankelijke kennis.
- De planner moet alternatieve plannen kunnen genereren. Waarschijnlijk komt dit neer op een gedeeltelijke herplanning, uitgaande van de zelfde basisinformatie en goals; maar nu met alternatieve goal expansies.
- De planner dient zo opgezet te zijn dat wanneer de te plannen goals veranderen of wijzigen, het niet noodzakelijk zo is dat van voren af aan opnieuw gepland dient te worden.
- De planner dient met incomplete informatie te kunnen werken.
- De planner moet wijzigingen in de planingsgegevens redelijk eenvoudig kunnen opnemen.

Verder zal getracht moeten worden de toepasbaarheid van de verkregen planner aan te tonen in een reëel domein, aan de hand van een reëel planingsprobleem.

De uiteindelijke keuze van functionele / technische mogelijkheden van de planner zal afhangen van de beschikbare tijd binnen het project.

Aan het eind van dit project zal een eindrapport opgesteld worden waarin verslag wordt gedaan van de resultaten van het project, alsmede over de evaluatie van het project.

Bij de evaluatie zal o.a. aan de volgende criteria aandacht geschonken worden:

- Is de planner praktisch / operationeel inzetbaar, wanneer deze voor een bepaald domein geconfigureerd is? Hierbij kan gedacht worden aan: performance, communicatie tussen planner en gebruiker, praktische planningskracht van de planner, welke eisen stelt de planner aan zijn gebruiker, etcetera.
- Is de planner werkelijk domeinonafhankelijk? Of is dit praktisch gezien niet mogelijk of wenselijk? Is een dergelijke planner eenvoudig te configureren voor een bepaald domein? Welke eisen stelt hij dan aan diegene die de planner configureert?
- Kan de planner (automatisch) herplannen, zonder geheel overnieuw te plannen. Zo ja is dit wezenlijk voor de kracht cq. performance van de planner? Of weegt de effort die in het vinden van een herplanningspunt gestoken moet worden niet op tegen 'dom weg' van voren af aan plannen?
- Hoe verloopt de samenwerking TMM - HTS? Voldoet deze aan de verwachtingen? Hoe is het overstappunt gekozen en zijn er alternatieven?
- Biedt de planner mogelijkheden om vast te stellen waarom een planning mislukt is?
- Gesignaleerde problemen tijdens de bouw, mogelijke verbeteringen.
- Aanwijzingen / onderwerpen voor verder onderzoek.

## 2.4 Fasering

De opdracht is opgedeeld in de volgende fasen, die grotendeels sequentieel doorlopen zullen worden:

- Introductie;
- Probleemanalyse;
- Ontwerp;
- Bouw van het planningssysteem;
- Toepasbaarheid aantonen door oplossing van een reëel planningsprobleem;
- Evaluatie, discussie;
- Opstellen eindrapport.

Voor een gedetailleerde uitwerking van deze fasen zie bijlagen A en B.

## 2.5 Resultaten

Op de werkzaamheden en rapportage zijn de voor FEL-TNO geldende beveiligingsvoorschriften voor defensieopdrachten van toepassing.

De resultaten van het onderzoek zijn documenten waarin verslag wordt gedaan van de werkzaamheden die in het kader van de werkpakketten zijn uitgevoerd, alsmede een implementatie van een knowledge based planner en eventuele tools aangaande deze planner. Dit alles wordt samengevat in een afstudeerverslag dat de basis vormt voor de beoordeling van de student. Dit verslag zal onder andere de volgende onderwerpen bevatten:

- Probleemanalyse;
- Functionele specificaties;
- Ontwerp;
- Bouw van de planner;
- Testen;
- Toepasbaarheidsdemonstratie;
- Evaluatie.

De op te leveren resultaten zijn:

- Plan van aanpak (dit document);
- Programmatuur en systeemdokumentatie:
  - TMM Time Map Manager,
  - HTS Heuristic Task Scheduler,
  - De planner (besturingsmodule voor TMM en HTS),
  - Eventuele tools voor de planner,
  - Een demonstratie configuratie van de planner;
- Eindrapport.

Alle rapporten worden ter becommentariëring aan de betrokkenen (zie hoofdstuk 3: projectorganisatie) verstuurd.

Deze verslagen verschijnen in de vorm van een FEL-rapport met de rubricering "ongerubriceerd". Aangezien dit FEL-rapport uitsluitend ongeclassificeerde informatie bevat, zijn er géén beperkingen ten aanzien van de beschikbaarheid.

Tot slot dient te worden opgemerkt dat de resultaten van het onderzoek eigendom blijven van TNO. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van TNO is het niet toegestaan deze resultaten te publiceren of op andere wijze openbaar te doen maken.



### 3. Projectorganisatie

#### 3.1 Structuur

De organisatiestructuur wordt weergegeven in bijlage C. Vanuit FEL-TNO zullen de volgende medewerkers de opdracht begeleiden:

- Drs. H.P. van Oordt (medewerker CCIS/KBS);
- Ir. M. de Niet (medewerker CCIS/KBS).

Vanuit de Vrije Universiteit Amsterdam, faculteit der Wiskunde en Informatica, zal het afstuderen begeleid worden door:

- Dr. W. Kowalczyk (afstudeerdocent sectie K.I.);
- Prof. Dr. J. Treur (supervisor).

## 4. Projectplanning

### 4.1 Werkpakketten

Zie bijlagen A en B.

### 4.2 Netwerkstructuur

Zie bijlage D.

### 4.3 Capaciteits- en tijdplanning

Zie bijlagen E en F.

## 5. Kwaliteit

### 5.1 Standaards, methoden en hulpmiddelen

Documenten zullen conform de TNO-huisstijl worden uitgevoerd met behulp van het tekstbewerkingspakket MS-WORD. De mogelijk te gebruiken analyse-, ontwerpmethoden en hulpmiddelen zijn: NIAM, KADS, SKE, SA en de CASE-tool RIDL. Voor de bouw bestaat de keus uit Strand-88 en Quintus Prolog.

### 5.2 Procedures

Na uitvoering van de werkpakketten 2100, 2200, 2300, 2400 wordt een review gehouden, waarin de tot dan toe bereikte resultaten aan een kritische beschouwing onderworpen zullen worden. Hiernaast vindt er in het kader van de normale begeleiding geregeld werkoverleg plaats.

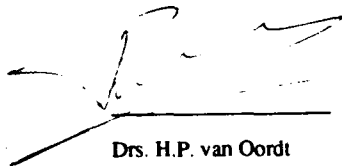
## 6. Informatie en Communicatie

### 6.1 Intern

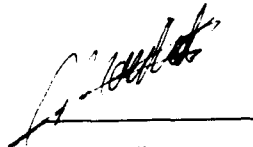
Naast de introductie tot het FEL en de te hanteren hulpmiddelen, zal de interne communicatie voornamelijk bestaan uit werkoverleg cq. voortgangsgesprekken en eventuele bijsturing van het project. Verder zal er overleg gevoerd moeten worden mbt. het verkrijgen van 'domeinkennis' voor het bouwen van een planner voor een reëel planningsprobleem.

### 6.2 Extern

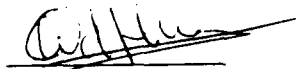
De externe informatie en communicatie richt zich in het algemeen tot de VU, faculteit Wiskunde & Informatica, sectie Kunstmatige Intelligentie, en zal voornamelijk bestaan uit regelmatig contact met de afstudeerdocent. Verder worden de geschreven rapporten (plan van aanpak, afstudeerscriptie) naar de VU gestuurd.



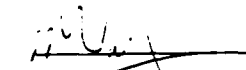
Drs. H.P. van Oordt  
(Projectleider)



Ir. M. de Niet  
(Begeleider)



Ing. C.W. d'Huy  
(Auteur)



Ir. M.R. Woestenburg  
(Groepsleider)

## Literatuurlijst

- [Allen83] Allen, J.F. (1983); *Maintaining knowledge about temporal intervals*; in communications of the ACM number 11 november 1983; pp 832-843.
- [Allen90] Allen, J.F., Hendler, J., Tate, A. (editors) (1990); *readings in planning*; Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, California.
- [Cohen] Cohen, P.R., Feigenbaum, E.A. (1983); *The handbook of artificial intelligence, volume III*; Department of computer science, Stanford university; Pitman, pp 10-27, 475-493, 515-562.
- [Dean86] Dean, T.L. (1986); *Handling shared resources in a temporal data base management system*; in Decision support systems 2; Elsevier science publishers, pp 135-143.
- [Dean87] Dean, T.L., McDermott, D.V. (1987); *Temporal database management*; in Artificial intelligence 32, Elsevier science publishers, pp 1 - 22.
- [Dean88] Dean, T.L., Firby, R.J., Miller, D. (1988); *Hierarchical planning involving deadlines, traveltime and resources*; in computational intelligence vol. 4, no. 4; Canada, pp 381-398.
- [Eck] Eck, J. van (1990); *Een ontwerp voor een knowledge based planner*; FEL-90-S266.
- [Firby] Firby, R.J., McDermott, D.V. (1987); *Representing and solving temporal planning problems*; in N. Cercone and G. McCalla (eds.), *The knowledge frontier. Essays in the representation of knowledge*, Springer Verlag; New-York, pp 353-413.
- [Ge] Ge, Q., Findler, F.V. (1985); *Distributed planning and control for manufacturing Operations*; in Lecture notes in artificial intelligence 406; Springer Verlag, pp 433-447.
- [Korf] Korf, R.E. (1987); *Planning as search: A quantitative approach*; in artificial intelligence 33; Elsevier science publishers, pp 65-88.
- [Levi] Levi, P., Scholz, J. (1991); *Constraint-guided Scheduling for Satellite Data Processing and Archiving*; in Proceedings artificial intelligence and knowledge based systems for space; ESA WPP-025; Noordwijk.
- [Miller] Miller, D. (1985); *Planning by search through simulations*; Technical report 423, Computer science department, Yale university, New Haven, CT.
- [McDermott] McDermott, D.V. (1982); *A temporal logic for reasoning about processes and plans*; in cognitive science 6; pp 101-155
- [Sacerdoti] Sacerdoti, E.D. (1977); *A structure for plans and behavior*; American elsevier publishing company inc., New York, NY.

[Vadon]

Vadon, H., Tate, A. (1991); *Round Table on Artificial Intelligence in support of Planning & Scheduling, working group meetings reports*; in Proceedings artificial intelligence and knowledge based systems for space; ESA WPP-025; Noordwijk.

[Wilkins]

Wilkins, D.E. (1984); *Domain independent planning: representation and plan generation*; in artificial intelligence 22, Elsevier science publishers, pp 269-301.

## Bijlage A: Werkpakketten



## 0000 Knowledge based planning

### Doelstelling

Het inzicht krijgen in, het bouwen van en rapporteren over een knowledge based planner op basis van een time map manager (TMM) en een heuristic task scheduler (HTS). Alsmede het bouwen van een demonstrator.

### Activiteiten

1000	Introductie;
2000	Onderzoek;
3000	Rapportage;
4000	Begeleiding.

### Producten

- FEL-rapporten / overige documentatie;
- (Prolog cq. Strand-88) programmatuur van de planner;
- Demonstrator;
- Kennis van knowledge based planning.

## 1000      Introductie

### Doelstelling

Introductie tot knowledge based planning, begrippen als 'time map manager' en 'heuristic task scheduler'. Het eigen maken van methoden en technieken (evt. tools en pakketten) die van belang kunnen zijn bij het uitvoeren van het project.

### Activiteiten

- Voorstudie literatuur;
- Strand-88 introductie;
- Quintus Prolog introductie;
- *Introductie tot gebruik van hulpmiddelen (practische kennis).*

### Producten

- Werkplan;
- Vertrouwdheid met de in de doelstelling genoemde methoden en tools.

## 2000 Onderzoek knowledge based planner

### Doelstelling

Inzicht in en bouw van een knowledge based planner.

### Activiteiten

2100	Probleemanalyse;
2200	Ontwerp;
2300	Bouw van het systeem;
2400	Toepasbaarheid aantonen;
2500	Evaluatie.

### Producten

- Documenten waarin analyse, ontwerp, bouw en evaluatie zijn vastgelegd;
- Programmatuur waarmee de planner wordt gerealiseerd;
- Demonstrator.

## 2100 Probleemanalyse

### Doelstelling

Het verwerven van kennis over knowledge based planning.

### Activiteiten

- Het verzamelen van informatie mbt. het project;
- Het doornemen van relevante literatuur;
- Het analyseren van TMM/HTS;
- Het vastleggen van de resultaten;
- Eventuele discussie.

### Producten

Een document betreffende:

- TMM en HTS;
- Gesignaleerde problemen en eventuele oplossingen;
- Overige in de literatuur aangetroffen aandachtspunten.

## 2200 Ontwerp

### Doelstelling

Het vastleggen van de functionele specificaties en technisch ontwerp van de planner.

### Activiteiten

- Opstellen definitie van eisen en functionele specificaties;
- Ontwerp time map manager:
  - representatie partial ordered task network,
  - representatie domeinkennis,
  - protectiemechanisme,
  - afstanden- / consistentiemechanisme,
  - testcase;
- Ontwerp task scheduler:
  - representatie completely ordered task network,
  - heuristic search mechanisme,
  - representatie domeinafhankelijke beperkingen,
  - testcase.

### Producten

Document met daarin:

- De eisen en functionele specificaties;
- Het ontwerp.

## 2300 Bouw van het systeem

### Doelstelling

Bouw van de planner en het testen van de planner.

### Activiteiten

- Keuze Strand-88 vs. Quintus Prolog;
- 2310 Bouw van time map manager;
- 2320 Bouw van task scheduler;
- 2330 Bouw knowledge based planner;
- 2340 Testen van het systeem.

### Producten

- Programmatuur (zie 2310, 2320, 2330)
- Documentatie (zie 2310, 2320, 2330, 2340)

## 2310 Bouwen van time map manager

### Doelstelling

Het maken van programmatuur voor het beheren van een 'partial ordered task network'.

### Activiteiten

- Bouw TMM;
- Testen TMM.

### Producten

- Prolog cq. Strand-88 programmatuur;
- Documentatie.

## 2320 Bouwen van task scheduler

### Doelstelling

Het maken van programmatuur voor het maken van een 'completely ordered task network'.

### Activiteiten

- Bouw task scheduler.
- Testen task scheduler.

### Producten

- Prolog cq. Strand-88 programmatuur.
- Documentatie.



## 2330 Bouw Knowledge based planner

### Doelstelling

Combineren van TMM en HTS tot een complete planner.

### Activiteiten

- Koppeling TMM aan HTS;
- Bouw interface mbt:
  - invoer domeinkennis (expansies),
  - invoer goals,
  - uitvoer / representatie van het gemaakte plan,
  - evt. diagnose waarom planning mislukt is;
- Bouw besturingsmodule, interface en tools;
- Testen planner.

### Producten

- Prolog cq. Strand-88 Programmatuur,
- Evt. tools;
- Documentatie.

## 2340 Testen van het systeem

### Doelstelling

Test of het systeem doet wat zou moeten doen, zowel functioneel als structureel. Geen sluitstuk maar onderdeel van de implementatie.

### Activiteiten

- Functioneel testen (black box);
- Structureel testen (white box).

### Producten

- Testresultaten.

## 2400 Toepasbaarheid aantonen

### Doelstelling

Het door middel van een reëel praktijkprobleem inzicht krijgen in de mogelijkheden en onmogelijkheden van de planner.

### Activiteiten

- Bestudering praktijkprobleem;
- Vastleggen domeinafhankelijke planningskennis;
- Opstellen test-case;
- Uitvoeren planning aan de hand van een test-case;
- Vastleggen resultaten.

### Producten

- Verslag met resultaten.

## 2500 Evaluatie

### Doelstelling

Evaluatie van het project.

### Activiteiten

- Het schrijven van een evaluatierapport met betrekking tot:
  - doel van het project,
  - criteria uit plan van aanpak,
  - verwachtingen en bereikte resultaten,
  - discussie, conclusies, aanbevelingen.

### Producten

- Een evaluatierapport.

## 3000 Rapportage

### Doelstelling

Het informeren van FEL-TNO, VU en andere belangstellenden over het project en haar resultaten.

### Activiteiten

- Formele rapportage (FEL rapport);
- Het schrijven van overige documentatie:
  - plan van aanpak,
  - tussenrapporten,
  - programmadocumentatie;
- Het houden van een presentatie over het project.

### Producten

- FEL-rapport (tevens afstudeerscriptie);
- Overige documentatie;
- Presentatie.

## 4000 Begeleiding

### Doelstelling

Begeleiden van de werkzaamheden zodat de projectdoelstelling binnen de gestelde termijn kan worden gerealiseerd.

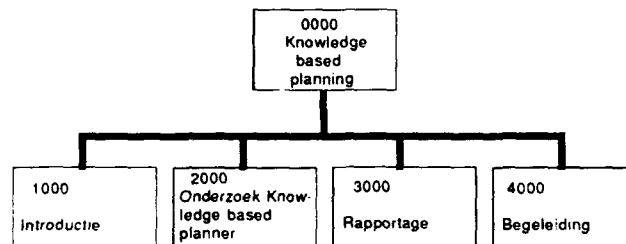
### Activiteiten

- Formulering van doelstelling en afbakening van de grenzen van het project;
- Voortgangsbesprekingen;
- Bijsturen, adviseren en becommentariëren van de activiteiten;
- Kwaliteitsbewaking;
- Bewaken van de planning;
- Evaluatie van het eindresultaat.

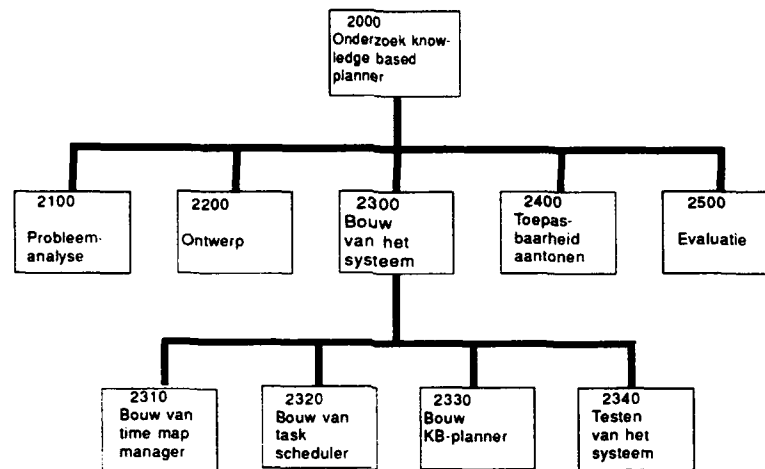
### Producten

- Begeleiding werkzaamheden.

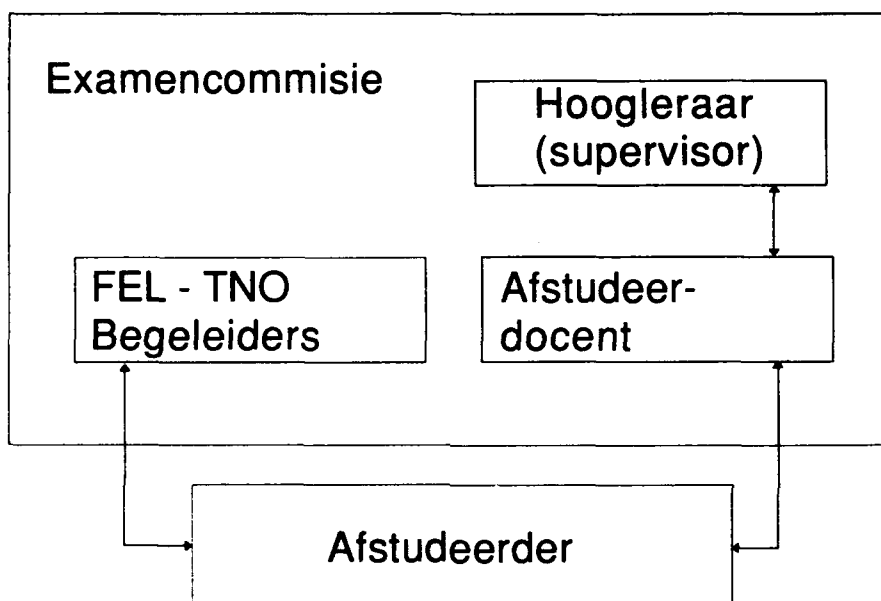
## Bijlage B: Werkpakkettenstructuur



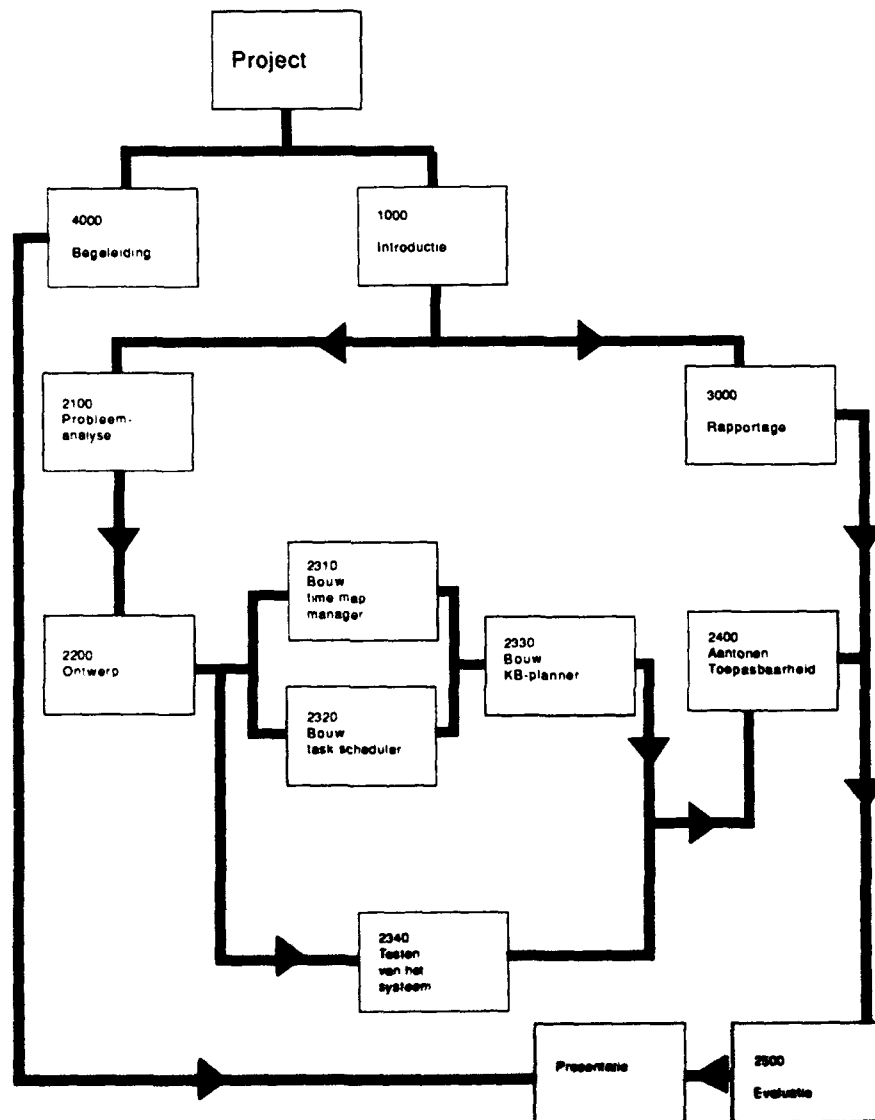




## Bijlage C: Organisatiestructuur



## Bijlage D: Netwerkstructuur



## Bijlage E: Capaciteitsplanning

1000	Introductie	2 weken
2100	Probleemanalyse	3 weken
2200	Ontwerp incl. functionele specificaties	3 weken
2310	Bouw van time map manager	
2320	Bouw task scheduler	totaal
2330	Bouw KB-planner combinatie	10 weken
2340	Testen van het systeem	
2400	Toepasbaarheid aantonen	5 weken
2500	Evaluatie	3 weken
3000	Rapportage incl redactioneel werk	2 weken
		28 weken

## Bijlage F: Tijdplanning



	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51
1000																
2100																
2200																
2310																
2320																
2330																
2340																
2400																
2500																
3000																

[illegible]

UNCLASSIFIED

REPORT DOCUMENTATION PAGE

(MOD-NL)

1. DEFENSE REPORT NUMBER (MOD-NL) TD91-3689	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER FEL-91-B317
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 22728	5. CONTRACT NUMBER	6. REPORT DATE OCTOBER 1991
7. NUMBER OF PAGES 50 (INCL 6 APPEND & RDP, EXCL DIST LIST)	8. NUMBER OF REFERENCES 16	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED FINAL REPORT
10. TITLE AND SUBTITLE PLAN VAN AANPAK VOOR DE BOUW VAN EEN KNOWLEDGE BASED PLANNER (PLAN OF ACTION FOR THE DEVELOPMENT OF A KNOWLEDGE BASED PLANNER)		
11. AUTHOR(S) C.W. D'HUY		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO PHYSICS AND ELECTRONICS LABORATORY, P.O. BOX 96864, 2509 JG THE HAGUE OUDERWAALSDORPERWEG 63, THE HAGUE, THE NETHERLANDS		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) TNO DIVISION OF NATIONAL DEFENSE RESEARCH, THE NETHERLANDS		
14. SUPPLEMENTARY NOTES THE PHYSICS AND ELECTRONICS LABORATORY IS PART OF THE NETHERLANDS ORGANIZATION FOR APPLIED SCIENTIFIC RESEARCH		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 POSITIONS)  THIS PLAN OF ACTION OUTLINES GOALS, ACTIVITIES TO BE PERFORMED AND PRODUCTS OF THE PROJECT CONCERNING THE DEVELOPMENT OF A KNOWLEDGE BASED PLANNER BEING A COMBINATION OF A TIME MAP MANAGER (TMM) AND A HEURISTIC TASK SCHEDULER (HTS).		
16. DESCRIPTORS ARTIFICIAL INTELLIGENCE PLANNING REASONING		IDENTIFIERS TIME MAP MANAGER HEURISTIC TASK SCHED. REASONING ABOUT ACTION KNOWLEDGE BASED PLANNER SCHEDULING REASONING ABOUT ACTION
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) UNCLASSIFIED	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) UNCLASSIFIED	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) UNCLASSIFIED
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT  UNLIMITED AVAILABILITY		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) UNCLASSIFIED

UNCLASSIFIED